

إجهاد الانحناء

عندما تكون كمرّة تحت تأثير أي حمل كما هو مبين في الشكل رقم 8 فإنها تنحني ويحدث إجهاد داخل مقطع الكمرّة ويعرف هذا الإجهاد بإجهاد الانحناء، ويعطى بالعلاقة التالية:

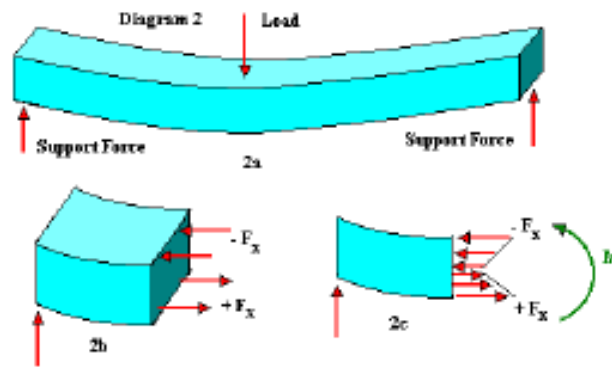
$$\sigma = \frac{M}{I} y$$

حيث أن:

M : هو عزم الانحناء الناتج عن القوى المؤثرة على الكمرّة ويقاس بـ $kG.m$, $N.m$, $kN.m$

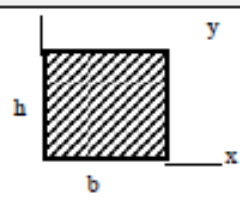
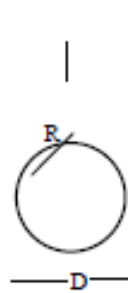
I : هو عزم العطالة moment of inertia ويقاس بـ mm^4 , cm^4 , m^4

y : هي المسافة بين المحور الحيادي neutral axis والنقطة المراد حساب إجهاد الانحناء فيها.



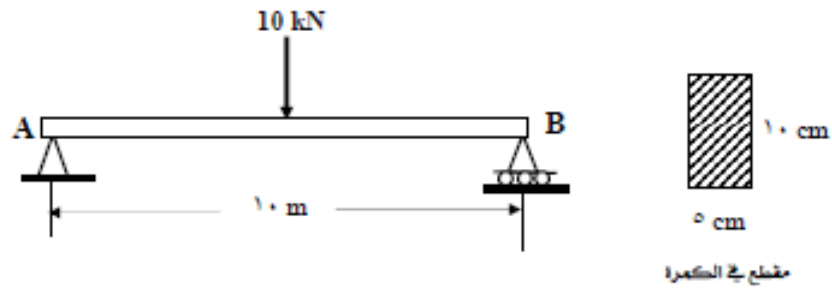
ويبين الجدول رقم ٢ والملحق A قيمة عزم العطالة لبعض الأشكال الهندسية (أو المقاطع).

جدول ٢: قيمة عزم العطالة لبعض الأشكال الهندسية

عزم العطالة	الشكل
$I_x = \frac{bh^3}{12}$ $I_y = \frac{hb^3}{12}$	
$I_x = I_y = \frac{\pi R^4}{4} = \frac{\pi D^4}{64}$	

مثال:

أوجد قيمة إجهاد الانحناء الأقصى في الكمرة المبينة في الشكل رقم ٩.



شكل ٩

الحل:

ردود الأفعال في الركائز = $R_A = R_B = + 5 \text{ kN}$

أقصى قيمة للمزم هي: $M = 5 \times 5 = 25 \text{ kN.m}$

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{5 \times 10^3}{12} = 0.42 \times 10^3 \text{ cm}^4$$

عزم العطالة :

المسافة بين المحور الحيادي وحافة مقطع الكمرة :

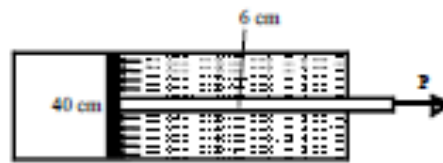
$$y = \frac{h}{2} = \frac{10}{2} = 5 \text{ cm}$$

إجهاد الانحناء يساوي:

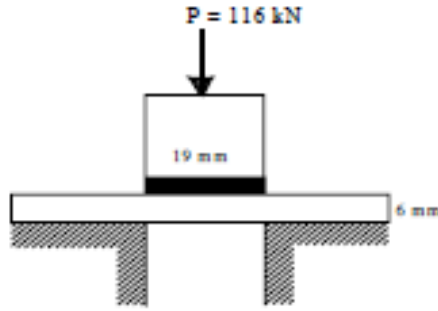
$$\sigma = \frac{M}{I} y = \frac{25 \times 10^3 \times 10}{0.42 \times 10^3} \times 5 = 2976 \frac{N}{cm^2} = 29.76 \frac{N}{mm^2}$$

تمارين

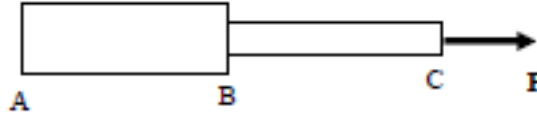
- (1) قضيب دائري الشكل قطره 2.5 cm تحت تأثير قوة شد مقدارها $F = 20 \text{ kN}$ ، معامل المرونة يساوي $E = 70 \text{ GN/m}^2$ أوجد نسبة الاستطالة في القضيب.
- (2) صمام ماء دائري الشكل قطره 40 cm له قضيب قطره 6 cm كما هو مبين في الشكل
- قوة ضغط الماء على الصمام تساوي 1 MN/m^2 ، أوجد قيمة الإجهاد في القضيب وقيمة الاستطالة للعرض الطولي في القضيب إذا علمنا أن الصمام هو تحت ضغط القضيب. معامل المرونة $E = 200 \text{ GN/m}^2$.



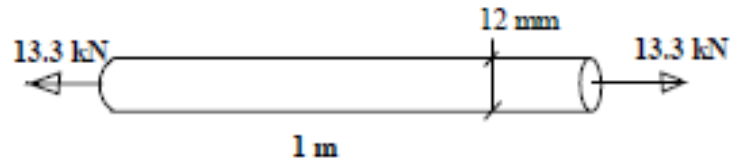
- (3) قضيب قطره 19 mm يستعمل لعمل ثقب في لوحة معدنية سمكها 6 mm كما هو مبين في الشكل أدناه، لعمل الثقب في اللوحة لا بد من قوة ضغط على القضيب مقدارها 116 kN
- احسب قيمة إجهاد القص في اللوحة المعدنية وإجهاد الضغط على القضيب.



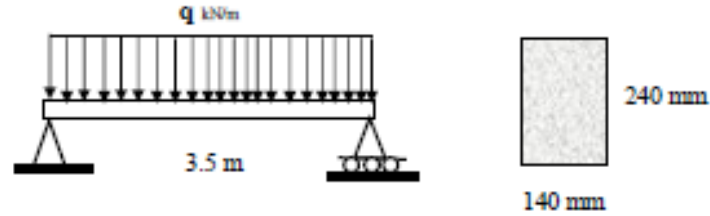
- (1) قضيب ABC مقدرج له قطرين مختلفين في منطقتين مختلفتين كما هو مبين في الشكل تحت تأثير قوة شد P ، المنطقة AB قطرها 50 mm والمنطقة BC قطرها 38 mm. إذا كان الإجهاد المحوري في المنطقة AB يساوي 40 Mpa فما هو الإجهاد المحوري σ في المنطقة BC.



- (2) قضيب من الحديد طوله 1 m وقطره 12 mm يؤثر عليه حمل شد مقداره 13.3 kN كما هو مبين في الشكل أدناه، تحت تأثير هذا الحمل فإن طول القضيب ازداد بمقدار 0.5 mm ، احسب قيمة الإجهاد المحوري والانفعال المحوري في القضيب.



(٦) لدينا كعرة طولها 3.5 m تحت تأثير حمل موزع قيمته $q = 6.4 \text{ kN/m}$ كما هو مبين في الشكل. المطلوب حساب القيمة القصوى لإجهاد الانحناء إذا علمنا أن شكل قطاع الكعرة هو مستطيل ($b = 140 \text{ mm}$, $h = 240 \text{ mm}$) كما هو مبين في الشكل.



(٧) لدينا كعرة طولها 2 m تحت تأثير حمل موزع قيمته $q = 60 \text{ kN/m}$ إذا علمنا أن شد قطاع الكعرة هو مستطيل ($b = 50 \text{ mm}$, $h = 150 \text{ mm}$) كما هو مبين في الشكل. (١) المطلوب حساب القيمة القصوى لإجهاد الانحناء .

(٢) أوجد قيمة إجهاد الانحناء عند النقطة B التي تبعد عن الركيزة بـ $c = 500 \text{ mm}$ وعن الحافة السفلى لقطاع الكعرة $d = 25 \text{ mm}$ كما هو مبين في الشكل المقابل.

